

A logisztika környezetvédelmi kérdései és a Reverse Logistics

Mike Gábor

19. sz. Műhelytanulmány
HU ISSN 1786-3031

2002. június

Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem
Vállalatgazdaságtan Tanszék
Veres Pálné u. 36.
H-1053 Budapest
Hungary

A logisztika környezetvédelmi kérdései és a Reverse Logistics

Mike Gábor
Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem
Veres Pálné u. 36.
H- 1053 Budapest
Hungary

Összefoglalás

Jelen dolgozat a logisztika környezetvédelmi hatásaival és a logisztika egy új területével, a reverse logistics-szel foglalkozik. Megpróbálja felvázolni a logisztikai tevékenységek azon területeit, amelyek fokozott környezeti terhelést okozhatnak. A reverse logistics kapcsán elsősorban fogalom tisztázásra törekszik. Valamint arra, hogy érzékeltesse, hogy a logisztikai döntéshozatal jelenlegi eszköztára mennyire és milyen formában alkalmas a terület támogatására.

Kulcsszavak: visszirányú logisztika, környezeti terhelés, logisztikai döntéshozatal

Abstract

This article deals with the logistics' environmental effects and with the reverse logistics which is quite a new part of the logistics. The article tries to identify the most important logistical activities which have great effect on environment. According to reverse logistics the goal is to define this field and to prove that "traditional" logistics are able to solve some of the problems of this new part of logistics.

Keywords: reverse logistics, effect on the environment, logistical decision making

A dolgozat a Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetemen folyó Gazdálkodástani Ph.D. program „Alapfolyamatok menedzsmentje” című tárgy félévzáró dolgozataként jött létre.

A logisztikai rendszerek környezeti hatásai

Az elmúlt néhány évtizedben a világgazdaság növekedése óriási léptékekben valósult meg. A határok elmosódnak, az elszigetelt nemzetgazdaság mint olyan eltűnni látszik. Abban hogy mindez végbemehet, a politikai akaraton kívül, igen fontos szerepe van a gazdasági élet, az alkalmazott menedzselési módszerek megváltozásának. A menedzsment tudományok területén megjelenő régi / új terület a logisztika. A logisztika területén dolgozó gazdasági és műszaki szakemberek munkájának eredményeként olyan hatékony gyártási és elosztási rendszerek jöttek létre, amelyek által képesek vagyunk óriási földrajzi területeket egyetlen hatalmas játéktérként kezelni. Ezt elsősorban a rendszerek fokozódó — közgazdasági értelemben vett — hatékonysága, a folyamatok sok esetben végsőkig menő optimalizálása miatt vagyunk képesek megtenni. Felvetődik azonban a kérdés, hogy vajon ezek a közgazdaságilag hatékony rendszerek vajon hatékonyak, kívánatosak-e ha a környezeti hatásaik, az emberiség hosszú távú jövője is mérleg serpenyőjébe kerül?

A világ figyelmét a környezeti terhelés növekedésére már nem egy munkacsoport, nem egy tanulmányában próbálta felhívni. Sajnos — bármennyire is közel álljon a logisztika a szívünkhöz — el kell ismerni, hogy a logisztika területén elért eredmények is jelentős mértékben hozzájárulnak a fokozódó környezeti terheléshez. A gyártó rendszerek egyre hatékonyabbak lesznek, aminek eredményeként egyre nagyobb mennyiségű nyersanyag feldolgozására képesek és ezzel párhozamosan a környezetbe kibocsátott szennyező, mérgező anyagok mennyisége is növekszik. Ne legyenek illúzióink. Igaz ugyan, hogy a fejlett nyugat bizonyos önkorlátozó intézkedésekkel megpróbálja a környezeti terhelést csökkenteni, de éppen a legiparosodottabb országok, ahol például a CO₂-kibocsátás egy százalékos csökkentése globális szinten jelentős környezeti terheléstől szabadítaná meg a Földet, nem vagy csak igen vonakodva vesznek részt (mint például az Amerikai Egyesült Államok) ezekben a globális programokban. Továbbá a fejletlenebb országok kormányzatai környezetvédelmi szabályozóikban óvatosan követik a nyugatot, hiszen éppen egyik versenylőny forrásukat (a megengedőbb környezetvédelmi előírásokat) veszítenék el, ha rögtön követnék a nyugati gyakorlatot. Így aztán azon állami szerepek (szabályozói, támogatói, vásárlói), amelyek eredeti környezet állapotának megóvását, illetve visszaállítását céloznák erőteljesen sérülnek.

Mindez azonban nem ok arra, hogy így is maradjon. A közgazdászoknak is megvan a maguk felelőssége. Ki kell alakítani azon rendszereket, amelyek a környezeti terhelés területén is optimális megoldást nyújtanak. Ehhez pedig fel kell térképezni és számszerűsíteni kell a gazdasági tevékenységek környezeti hatásait, valamint a kapott eredményeket be kell építeni a gazdasági döntéshozatali mechanizmusokba.

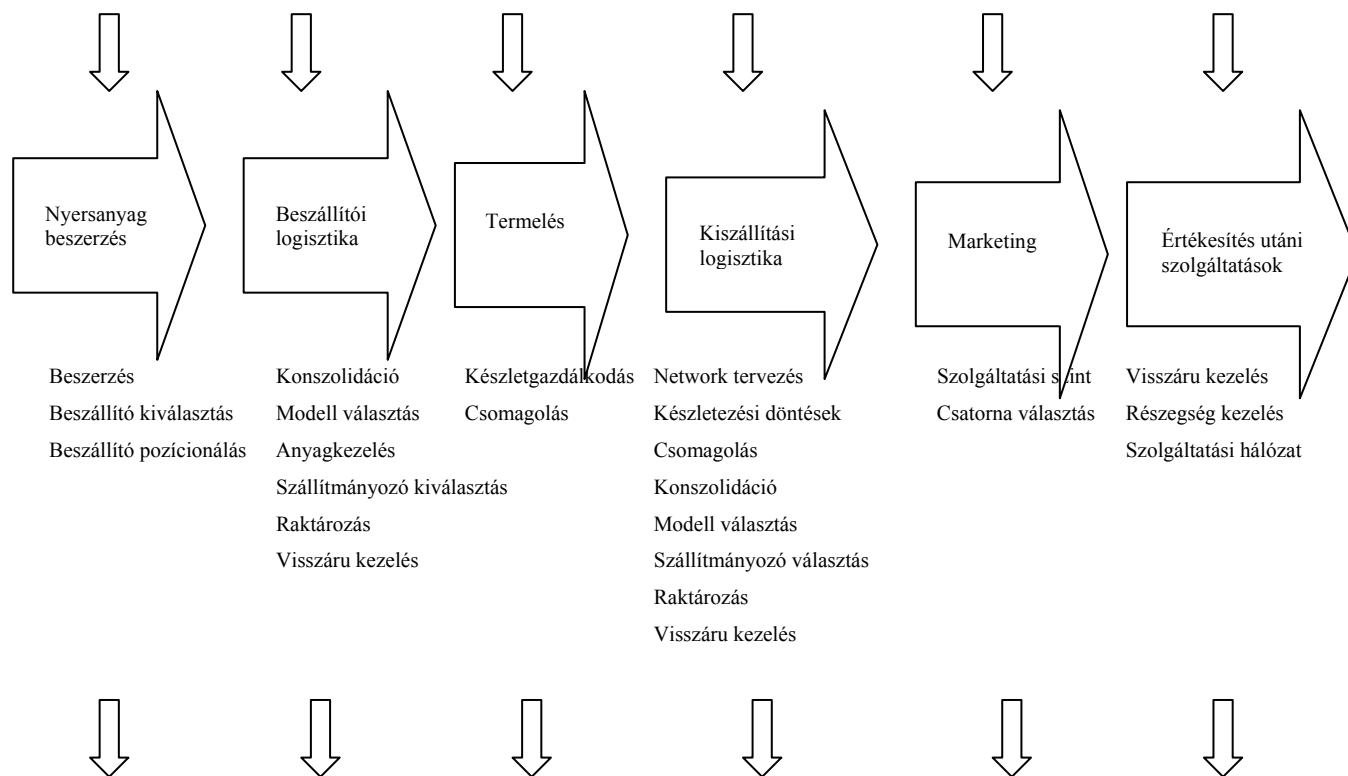
Nézzük meg tehát, hogy a logisztikai rendszereknek milyen környezeti hatásai vannak, lehetnek!

A logisztikai rendszerekkel kapcsolatos döntések hatása a környezetre

Amikor azt vizsgáljuk, hogy vajon érdemes-e környezetileg tudatosnak lenni egy vállalat számára először a marketing oldal jut az ember eszébe. Hiszen tudjuk, hogy bármi ami a vevőink hasznosságérzetét növeli, változatlan árak mellett, előnyös a számunkra. Azonban környezeti tudatosságnak, a marketing oldal mellett, legalább még egy szempontból haszna lehet a vállalat számára. Ugyanis ha arra törekszik egy cég, hogy a felhasznált alapanyagok mennyiségét minimalizálja, optimalizálja, valamint, hogy a környezeti terhelés érdekében az újrafelhasználási arányt növelje, akkor jelentős megtakarításokat érhet el. Sokan úgy gondolják, hogy az előbbieken említett vállalati viselkedés mindenképpen költségnövelő tényező egy vállalat számára és így csak nehezen lehet nyereséges. Ez azonban nem feltétlenül van így. Egy nagy környezetvédelmi tanulmány sorozat [H. Dielman-S. de Hoo (1993)], amely az 1980-as évek második felében holland cégeket vizsgált megállapította, hogy 45 megelőző intézkedésből 20 költségcsökkentő volt, 19 pedig nem növelte a vizsgált vállalat költségeit.

Amennyiben megvizsgáljuk a vállalati értékláncot, akkor a logisztikai funkciók kapcsán a következő potenciális kapcsolódási pontokat azonosíthatjuk be a logisztikai döntéshozatal és annak környezeti hatásai között:

Erőforrás Input



Szennyezők (negatív környezeti hatások)

forrás: Haw-Jan Wu és S. C. Dunn, 1994

Nézzük az ábrán szereplő dolgokat kicsit részletesebben!

Nyersanyag beszerzés:

Annak érdekében, hogy a vállalat a fogyasztói elvárásoknak megfelelő mértékben környezetbarát alapanyagokból álló, illetve azokra épülő termékeket és szolgáltatásokat tudjon nyújtani első lépésben a nyersanyagforrásait kell körültekintően megválasztania. A beszállító kiválasztásánál nem csak annak „olcsóságát”¹, hanem a vele való együttműködés környezetvédelmi vonatkozásait is mérlegre kell tenniük a vállalat beszerzési munkatársainak. Ezen a beszállító környezeti tudatosságának, ilyen szempontból való megfelelőségének megítéléséhez nyújthat segítséget, ha a beszállító rendelkezik például TQM rendszerrel vagy

¹ Szándékosan nem használom az „ár” szót, hiszen mindannyiunk számára ismert, hogy a beszerzési döntések meghozatalakor nem csupán a beszerzési ár, hanem a beszerzett áru / szolgáltatás teljes életciklusa alatt felmerülő valamennyi hangsúlyos költségelemet figyelembe kell venni. Ezen tevékenység hogyanjára a

ISO 14000-es minősítettséggel. Persze amennyiben a vevő olyan céggel kíván együttműködni, amely kellő mértékű környezeti tudatossággal rendelkezik, akkor potenciális beszállítói körét jelentős mértékben lehet kényetlen csökkenteni. Továbbá könnyen előfordulhat, hogy a megfelelő beszállító lényegesen messzebb van mint versenytársai és így a vele való együttműködés költségei (pl. szállítási költség) és hozzá kapcsoló környezeti terhelés mindent összevetve meghaladja az önmagába nézve kevésbé környezettudatos vállalattal való együttműködésből származókat. Éppen ezért ezen döntési szituációnál is — miként a logisztikai döntéshozatali pontok mindegyikénél — rendszerszinten kell, hogy gondolkodjunk!

Beszállítói logisztika (inbound logistics):

Ez a tevékenység az anyagátvétel, a tárolás és az anyagmozgatás tevékenységeit fogja át. A szállítmányok konszolidációjával igen jelentős hatékonyságjavulást lehet elérni, mégpedig oly módon, hogy közben a rendszer fenntartásának költségei nem emelkednek, sőt esetleg csökkenhetnek is [Mike(1995)] . Például ha úgymond telepakolt szállítójárművekkel tud dolgozni a szállítmányozó, akkor a járulékos költségek (támogató szervek költségei és egyéb általános költségelemek) nagyobb árumennyiség között oszlanak meg és a környezeti terhelés is kisebb lesz, egységnyi árumennyiségre vetítve. Ugyancsak trade-off lehet a szállítási költségek és egyes szállítások elhalasztása, a gyakoribb szállítások és a raktározás illetve egy fejlettebb IT megvalósításra építő szállítmányozási rendszer és egy kevésbé konszolidált rakományokkal dolgozó szállítmányozó költségei között. Tehát itt is érvényes a fentebb már említett megállapítás, hogy rendszerszinten kell gondolkodni! A General Motors Delco Electronics egysége például éves szinten legalább 26%-ot takarított meg a logisztikai költségeiből amikor számítógépes alapra helyezte a szállítmányozását. [Haw-Jan Wu, S. C. Dunn, (1994)]. A modell választás, vagyis annak eldöntése, hogy közúton, vasúton vagy például vízi útvonalon szállítsuk az anyagokat ugyancsak jelentős hatással lehet, mind a vállalat hatékonyságára, mind pedig az okozott környezeti terhelés mértékére. Szerencsére ahogy terjed a kombinált áru fuvarozás egyre-másra jelennek meg a hatékonyabb és hatékonyabb szállítóeszközök, amelyek esetében a vasútról közútra, közútról vízi szállítási formára való áttérés egyre egyszerűbbé, gyorsabbá és így hatékonyabbá válik. Persze ezen rendszerek terjedése igen időigényes, hiszen alkalmazói részéről igen komoly beruházásokat igényelnek. De úgy hisszük, hogy ha az állami szabályozás karöltve a fogyasztói elvárásokkal

vonatkozó szakirodalomban a „TCO (total cost of ownership)”, az „all in cost” vagy a life cycle costing” címszavak kapcsán találhatunk további megfontolásokat.

díjazza ezen megoldásokat, akkor egyre inkább közgazdaságilag is kimutatható módon racionális lesz a vállaltoknak ilyen rendszerekbe beruházni. Amennyiben a hatékonyság javulás eredményeként sikerülne a közútról a vasútra áttérlni áruforgalmunk jelentős részét, akkor ezzel jelentős környezeti terheléstől szabadíthatnánk meg környezetünket. Hiszen kimutatható módon [Rao, Grenoble, Young (1991)] a vasút jobb terület kihasználással, alacsonyabb zajszennyezéssel, kisebb káros-anyag kibocsátással és a városi régiók forgalmi terhelésének csökkentésével járhat. Továbbá működtetéséhez, egyelőre, inkább lehet megújuló erőforrásokat felhasználni, mint a közúti szállítmányozás esetében.

A raktározás is igen komoly környezeti terhelést okozhat, hiszen viszonylag koncentrált helyen jelentős mennyiségű csomagoló anyagot használnak fel. Ezek ha nem kezelik őket megfelelően, illetve ha eleve nem vagy csak nehezen lebomló anyagokból készülnek (mint például a műanyagok egy jelentős része), akkor igen környezetszennyezőek lehetnek. A problémára megoldást kínálhat a standardizált konténerek használata, amelyek nem csak a csomagolás hagyományos áruvédelmi funkcióit láthatják el, hanem a tárolást és az anyagmozgatást is megkönnyíthetik. A standardizálás által az ilyen konténereket használó rendszerek a speciális csomagolóeszközök adottságaihoz optimalizálhatóak és jelentős hatékonyságjavulás érhető el.

Termelés:

Lévén, hogy ez a terület igen speciális és éppen ezért megvalósításában igen szerteágazó így itt csak arra az alaptételre érdemes felhívni a figyelmet, hogy fogyasztói igényeknek való megfelelésből kiindulva kell a termelő kapacitásokat felépíteni. Ez viszont nem feltétlenül jelenti azt, hogy mindenképpen követnünk kell a legújabb módszerek alkalmazását. Például a JIT rendszer ugyan igen népszerű, de még ha a vállalati adottságok lehetővé teszik is sem feltétlenül szükséges bevezetni azt. Elég sok tanulmány jelent meg a JIT rendszereket elmarasztandó, mondván, hogy igen komoly környezeti terhelést okoznak. Hiszen a készlet (mint a pazarlás egyik formájának) eltüntetésével komoly szállítási volumen növekedéssel kell számolni és mivel a szállítás kellő rugalmassággal és precizitással kell, hogy megvalósuljon ezért leginkább közúton kell megoldani. Ezen tényezők viszont igen komoly környezeti terheléssel járnak mind szennyező, mérgező gázok, mind pedig zajártalom tekintetében. Sajnos a vasút jelenlegi állapotában (rugalmatlansága és megbízhatatlansága miatt) nem igazán alkalmas egy JIT rendszer szigorú ütemezésének a kiszolgálására.

Mivel azonban a termelés konkrét megvalósítása elég független az ellátási lánc többi egységétől (már persze a többi elem függéséhez képest) ezért itt igen komoly lépéseket tehet egy-egy cég a környezettudatosság irányába. Lévéen a konkrét megvalósítások széles skálájából választhat.

Kiszállítási logisztika:

Gyakorlatilag elég hasonló a „beszállítási logisztikához” a különbség leginkább a kezelt anyagok jellemzői között van. Hiszen ezen terület az előbbihez képest jellemzően nagyobb értékű anyagokkal foglalkozik. Továbbá a hibák (ütemezés, mennyiség stb.) korrigálása itt sokkal nehezebb. Különösen fontos, hogy ezen területnek elég szorosan együtt kell működnie a vállalat egy másik funkcionális területével; nevezetesen a marketinggel. Közösén kell olyan megoldásokat találniuk, amelyek a kívánt kiszolgálási színvonalat hosszú távon képesek elfogadható hatékonysággal ellátni. Tévhit az, hogy ha az értékesítési hálózat több raktárból áll, akkor a kiszolgálási színvonal is jobb. Több nagy cég példája is igazolja (Procter&Gamble, FedEx), hogy a tétel legalább annyira igaz fordítva is. A logisztikai csomópontok kisebb száma mellett a logisztikai menedzserek sokkal hatékonyabban tudják a rendszert működtetni, miközben például a csökkenő össz-készletszint mellett a kiszolgálás színvonala nem romlik, sőt akár javulhat is.

Marketing:

Mint már említésre került igen komoly hatással van a logisztikai rendszerre és így a vállalati teljesítményre. A rendszer hatékonyságát nagyban javíthatja, ha standardizált számítógépes kapcsolat jön létre a vevő és a szállító között. Mivel a gyorsabb és pontosabb információ áramlás miatt a bizonytalanság csökken és így a (biztonsági)készletek csökkenthetők, továbbá a pontatlan, a hibás és a vészszállítások aránya is minimális szinten tartható.

Értékesítés utáni szolgáltatások:

Ide tartoznak az olyan tevékenységek mint: az installáció, javítás, visszaszállítás, részegység ellátás és az oktatás. A visszaszállítás az elmúlt évtizedek változásainak eredményeképpen, az újrafelhasználás igényének fokozódása miatt, egyre jelentősebb szerepet kap. A visszirányú folyamatok azonban jellemzően lényegesen drágábban megvalósíthatók, hiszen egyenlőre a „normál” irányú logisztikai folyamatokra koncentrál a cégek nagy többsége. További problémát okoz a kezelendő anyagféleségek igen sajátos jellemzői. Egyrészt nem vagy rosszul definiált, hogy hol vannak azok a földrajzi pontok ahonnan el kell szállítani őket. Hiszen amíg egy cég értékesít, addig egyértelmű a számára, hogy honnan hova adja el az áruit. De amikor a hibás, tönkrement árut kell visszaszállítania, akkor ezen begyűjtési pontok nem (vagyis a termékek csak igen kis körére) definiáltak. Másrészt a begyűjtendő áruk fizikai paraméterei közel sem olyan homogének mint a kiszállított áruk esetében, hiszen ha nincsenek is összetörve, akkor is legalább a megfelelő szállítást, kezelést biztosító csomagolás hiányzik. Harmadrészt a visszaszállításra való igény megjelenése, mind időpontját, mind pedig helyét és volumenét tekintve igen bizonytalan.

Stock és Lambert [Stock-Lambert (1987)] még mint rossz irányba haladó áruk halmazának kezelését azonosította a reverse logistics-et. Hiszen a logisztikai rendszerek eszközállománya jellemzően nem alkalmas a visszirányú folyamatok kezelésére, a visszirányú folyamatok költsége mintegy kilencszerese a „normál” irányú folyamatok kapcsán felmerülő költségeknek és visszáru esetében gyakorta nem megoldható a szállítás, tárolása és kezelés a „normál” utas logisztikai rendszerekben.

A fent vázolt bizonytalanság és kérdések megoldatlansága miatt a továbbiakban ezért az előző bekezdésben vázolt kérdéskörrel a reverse logistics-szal vagyis a visszirányú logisztika kérdéskörével fogok foglalkozni.

A reverse logisztika

A visszirányú logisztika első igazán komoly „kikényszerítő ereje” azok az állami szabályozások, amelyek a német (German Packaging Order) és néhány más európai ország (Dánia, 1991, Packaging Covenant) szigorú környezetvédelmi szabályozásában öltöttek testet. Ezen törvények többek között megadták a jogot a vásárlónak, hogy kereskedelemi láncok boltjaiban hagyják a vásárolt termék csomagolóanyagát és a bolt tulajdonoságnak kötelessége azt a megfelelő módon feldolgoznia². A visszirányú logisztika magába foglalja: a felhasznált alapanyagok arányának a csökkentését, a hagyományosan használt alapanyagok környezetbarátabb változatra való cserélését, az anyagok újrahasznárlását és az anyagok újrafeldolgozását.

A legjobb megoldás — környezetvédelmi szempontból — ha *felhasznált anyagmennyiség csökkentése*. Hiszen így a rendszerbe kerülő és később gondot okozható, kezelendő anyag mennyisége is kisebb lesz. Vagyis nem megoldjuk a problémát, hanem eleve nem hagyjuk létrejönni. Az anyagmennyiség csökkentése sokszor egyszerűen ázáltal elérhető, hogy konszolidált rakományokat használunk a rendszerben. Így egységnyi anyag szállítására kevesebb erőforrást (üzemanyag, szállítóeszköz amortizáció) használunk fel. Hasonló eredményt érhetünk el ha elhagyjuk (ahol csak lehet) a csomagolást és olyan minőségbiztosítási rendszereket használunk, amelyek kizárják, hogy selejtes termék jöjjön létre, illetve ha már létrejött, akkor nem fordítanak rá még több erőforrást³.

A felhasznált *anyagok környezetbarátabb változatra való cserélése* is számos módon megoldható. Az egyik legegyszerűbb, ha a szállító járművek például nem szén alapú hanem környezetbarátabb üzemanyagot használnak. A USPC (United States Postal Service) például nagynyomású természetes gázra állította át számos járművét, amely mintegy 40%-kal olcsóbb mint a benzin. Tehát a mellett, hogy a környezeti terhelést jelentősen csökkentette a cég, még gazdaságilag is racionális döntést hozott. A Union Pacific Road a folyékony természetes gázt tesztelte mint lehetséges biztonságosabb, tisztább és kimeríthetetlenebb energiaforrást. Hasonló megoldás lehet ha biológiailag lebomló csomagoló anyagokat, például Styrofoam-ot használunk.

² A „feldolgoznia” szó használata nem véletlen, hiszen amint azt a későbbiekben majd látni fogjuk a lehetséges tevékenységek a precíz megsemmisítéstől, az újrafelhasználásig igen sok mindent jelenthetnek.

Az *újrafelhasználás* ugyancsak jó megoldás, ha már nem tudjuk elkerülni a használatot. Például az újrahasználható, a többutas csomagoló anyagok használata jelentős mértékben csökkenhetik a környezeti terhelést. Igaz ezek használatával a fennálló logisztikai rendszerek is bonyolultabbá válnak, hiszen a hagyományosan egyutas rendszereket kétirányúvá kell tenni. Valamint megnövekedhet az átfutási idő is, hiszen a begyűjtés és a felpakolás is komoly időráfordítást igényelhet a rendszer működésében. További megoldandó problémát jelent a megnövekedő tárolóhely igény, az információs / nyilvántartási rendszer módosítása, hogy képes legyen a visszirányú folyamatok korrekt lekezelésére, valamint a jelenlegi munkaerőt is kiegészítő oktatásban kell részesíteni.

A többutas csomagolóanyagok használata első ránézésre megnöveli a költségeinket, hiszen annak nyilvánvalóan magasabb árát (a hagyományosabb csomagolóanyagokéhoz képest) a gyártó beépíti az árba és nem egyszer speciális anyagmozgató eszközökre van szükségünk a kezelésükhöz is. Ám ha a rendszer teljes költségét nézzük, akkor felfedezhetünk olyan meg nem jelenő költségelemeket, amelyek módosíthatják a képet. Hiszen az összes anyag felhasználás csökken, nincs szükség, vagy csak ritkábban van szükség hulladékkezelésre stb.

A visszirányú logisztika utolsó nagy területe az *újrafeldolgozás*, amikor is a begyűjtött anyagféléseket kémiai és/vagy fizikai átalakítási folyamat után használjuk fel újra. Itt tehát gyakorta igen komoly mennyiségű plusz erőforrás felhasználásra van szükség, ám még így is kevesebbre mintha nem újrafeldolgozással állítanánk elő a szükséges alapanyagokat, alkatrészeket.

³ Legalábbis addig nem amíg a hibát ki nem javították.

Többutas másodlagos csomagolóeszközök kezelési rendszere:

A következőkben nézzük meg, hogy hogyan lehet meghatározni a visszirányú logisztika egyik fontos részterületének a többutas másodlagos csomagolóeszközök⁴ (konténerek) kezelésére hivatott rendszer optimális felépítését.

Lützebauer [Kroon-Vrijens (1995)] a következő tipizálást teszi a többutas másodlagos csomagolóeszközök kezelő rendszerek terén:

Rendszer	Lényegi jellemző	Résztevők (alcsoportonként)	Felelősség	Megvalósítási módozatok
Switch pool	Minden résztvevőnek van bérleménye	1. Küldő, Fogadó vagy 2. Küldő, szállítmányozó, fogadó	Minden résztvevő a saját bérleményéért felelős	1. Direct switch 2. Exchange per exchange switch
Visszárus logisztikával támogatott	A visszirányú logisztikát különálló ügynökség végzi	1. Ügynökség, küldő, szállítmányozó, fogadó	Ügynökség	1. Transzfer rendszer 2. Depo rendszer bérlettel 3. Depo rendszer letéti rendszerrel
Visszárus logisztikával nem támogatott	A csomagolóeszközöket bérlik	1. Ügynökség, küldő	Küldő és a visszirányú logisztikát végző szervezet	Konténer bérlet

⁴ Másodlagos csomagolóeszköznek nevezzük azon csomagolást, amely a termék szállítás közbeni védelmét hivatott ellátni. Az elsődleges csomagolás ezzel szemben a termék egyedi csomagolása, az amellyel a fogyasztó is találkozik és a védelmen és tájékoztatáson kívül esztétikai funkciókat is betölt.

Egy konténer begyűjtési rendszer konkrét megvalósítási elemzése

A továbbiakban leírandó rendszer a visszárus logisztikával támogatott rendszereken belül a letéti rendszeres megoldással megvalósítható rendszer optimalizálását írja le, vagyis:

- A konténerek üres állapotukban összecsuksukhatóak, amely által a méretük mintegy 75%-kal csökkenthető. 6 különböző méretben léteznek és minden méret konform az euro-raklappal.
- 5 különálló szervezet van a rendszerben: az ügynökség⁵ („a”), a logisztikai szolgáltató szervezet⁶, a konténer küldő szervezet („s”), a fogadó szervezet („r”) és a szállítmányozó szervezet⁷
- A küldő fél a megkapott üres konténerekért letétet fizet, amit amikor leszállításra kerül a konténeres árú a fogadónak, akkor a küldő továbbterhel a fogadónak. Amikor a logisztikai szolgáltató visszaviszi az üres konténereket a fogadótól az ügynökségnek, akkor az ügynökség a letéti díjat visszatéríti a fogadónak. Így a letéti hurok bezárul.
- A letéti díj mellett a küldő fél egy előre meghatározott fix összeget fizet az ügynökségnek konténerenként, valamint az ügynökség is fix díjat fizet a logisztikai szolgáltatónak a kiszállított és újra begyűjtött konténerek után.

A rendszer tervezésével kapcsolatban a következő kérdésekre kell választ adnunk:

1. Hány darab konténernek kell elérhető állapotban lennie a rendszerben?
2. Hány darab konténer depo-ra van szükségünk, és hol kell azoknak földrajzilag elhelyezkedniük?
3. Hogyan kell megszervezni a konténerek elosztását, begyűjtését és reallokációját⁸.
4. Mi a megfelelő szolgáltatási, elosztási és begyűjtési díj?

A válaszok megadásához szükségünk van annak ismeretére, hogy éves szinten a küldő és a fogadó között milyen mértékű konténerforgalommal kell számolni (B_{sr}). Amennyiben

⁵ Ő a konténerek tulajdonosa, tehát hozzá tartozik azok beszerzése, a szolgáltatás marketingelése és az adminisztráció.

⁶ Ő foglalkozik a logisztikai funkciók megvalósításával, birtokolja a depo-kat („d”), eljuttatja az üres konténereket a küldőnek és visszahozza azokat a fogadótól. Valamit tisztítja és javítja a konténereket.

⁷ Ő juttatja el a teli konténereket a küldőtől a fogadóig.

⁸ A logisztikai szolgáltató feladata, hogy minden egyes depo-ban rendelkezésre álljon a szükséges számú konténer. Így ha kell a depo-k között szállítást kell eszközölnie.

ismert (becsülhető) a küldő („s”) és a fogadó („r”) közötti áruforgalom éves szintje például tonnában (G_{sr}), akkor egy úgynevezett arányosító tényezővel („p”) meghatározható a szükséges adat, vagyis:

$$B_{sr} = p \cdot G_{sr}$$

A B_{sr} és aG_{sr} értékei függetlenek az időtényezőtől, vagyis a rendszer tekinthető egyetlen időintervallumra tervező modellnek. Továbbá a modell egyetlen konténer típussal dolgozik, de a több típusú konténert kezelő modellre való bővítés is megoldható. Mindezeket figyelembe véve a következő költségelemeket kell figyelembe vennünk:

FC_d = annak fix költsége, hogy a „d” disztribúciós központban kialakításra kerüljön egy konténer depo⁹

DC_{ds} = egy konténer szállítási költsége „d” depo-ból „s” küldőhöz

CC_{rd} = egy konténer begyűjtési költsége „r” fogadótól „d” depo-ba

RC_{dc} = egy konténer allokációs költsége „d” depo-ból „c” depo-ba⁵

A mennyiben ismerjük B_{sr} -t a küldő és fogadó párok között, akkor a éves összes konténer mozgások száma:

Így a szükséges konténerek minimális száma:

$$B = \frac{\sum_s \sum_r B_{sr}}{V}$$

Ahol V az átlagos forgási sebessége a konténereknek. A minimális konténer szám mellett természetesen lehetőségünk van még addicionális konténerek rendszerbe integrálására, mint biztonsági készlet. Mivel az ügynökség egy fix szolgáltatási díjat (SF) kap minden egyes konténer után a küldőtől és egy fix kiszállítási díjat (DF) és begyűjtési díjat (CF) fizet a logisztikai szolgáltatónak így az ügynökség profitja (P_a):

$$P_a = (S - DF - CF) \times \sum_s \sum_r B_{sr} \quad (1)$$

Ez a kifejezés látható módon független a konténer depo-k számától és azok elhelyezkedésétől.

A logisztikai szolgáltató profija (P_l) a következőképpen határozható meg:

$$P_l = (DF + CF) \times \sum_s \sum_r B_{sr} - \text{összes_logisztikai_költség} \quad (2)$$

Itt is a képlet első része független a konténer depo-k számától és azok elhelyezkedésétől. Következésképpen az elsődleges célt úgy tudjuk elérni, hogy új választjuk meg a konténer depo-k számát és elhelyezkedését, amely döntés által a logisztikai költség minimális. Másodlagos cél, vagyis a SF, a DF és a CF meghatározása a (1) és a (2) egyenletek együttes figyelembevételével kell, hogy megtörténjen. Mégpedig úgy, hogy mindkét profit pozitív legyen, miközben a szolgáltatási díj kellően alacsony maradjon ahhoz, hogy ösztönözön a rendszerbe való belépésre.

Tehát az elődleges cél eléréshez egy vegyes egészértékű lineáris programozási modellt használhatunk, ahol a változó a következők:

L_d = 0/1 értékű változó, amely azt jelzi, hogy vajon a „d” disztribúciós központ depo-e

D_{ds} = „d” depo-ból „s” küldőhöz szállítandó konténerek száma

C_{rd} = „r” fogadótól „d” depo-ba begyűjtendő konténerek száma

R_{dc} = reállokálható konténerek száma „d”-ből „c” depo-ba

A fenti változókkal felírva a minimalizálandó célfüggvényt:

$$\min \sum_d \sum_s DC_{ds} \times D_{ds} + \sum_r \sum_d CC_{rd} \times C_{rd} + \sum_d \sum_c RC_{dc} \times R_{dc} + \sum_d FC_d \times L_d \quad (3)$$

⁹ Feltételezésünk szerint a logisztikai szolgáltató rendelkezik már disztribúciós központokkal, csupán azt kell eldönteni, hogy mely disztribúciós központokban alakítsunk ki konténer depo-kat.

Ahol is a korlátozó egyenletek:

$$\sum_d D_{ds} = \sum_r B_{sr} \quad \text{minden s-re} \quad (4)$$

$$\sum_d C_{rd} = \sum_s B_{sr} \quad \text{minden r-re} \quad (5)$$

$$\sum_c R_{cd} = \sum_s D_{ds} \quad \text{minden d-re} \quad (6)$$

$$\sum_c R_{dc} = \sum_r C_{rd} \quad \text{minden d-re} \quad (7)$$

$$\sum_s D_{ds} + \sum_r C_{rd} \leq K \times L_d \quad \text{minden d-re} \quad (8)$$

$$L_d \in \{0,1\} \quad \text{minden d-re} \quad (9)$$

$$\text{Minden változó} \geq 0 \quad (10)$$

Zárszó

Amint az látható a logisztika környezetvédelmi kérdéseinek kezelésére és a visszirányú logisztikához is jól használhatók a „normál” logisztikából már jól ismert módszerek. Valamint az optimalizálásra törekvő matematikai módszerek is hasznos segítséget jelenthetnek az egyes helyzetek megoldásában. Azt azonban nem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy a matematika túlzottan „vegytiszta” és így egy matematikai modell által szolgáltatott döntést mindig át kell vizsgálni gazdasági megvalósíthatóság szempontjából. Vagyis a legjobb ha több bemenő adattal, paraméterrel is felépítünk egy-egy matematikai modellt és a relevánsnak tűnők közül azt választjuk, amely a „legszipatikusabb” megoldást adja a számunkra.

A reverse logistics kapcsán, tehát a legsúlyosabb megoldandó kérdés tehát leginkább az, hogy az eddig nem kvantifikált és amúgy is nehezen mérhető környezeti, társadalmi hatásait egy-egy gazdálkodási rendszernek megoldjuk. Mégpedig oly módon, hogy az hosszú távon is relevánsnak bizonyuljon és minden társadalmi réteg elfogadja azokat. Ehhez pedig mind kormányzati szándékra, mind pedig a fogyasztók fejében mindinkább végbemenő változásra is szükség van.

Amint az a dolgozat irodalomjegyzékéből kiderül magyar nyelvű szakirodalom nem igazán létezik a témában. A dolgozat így egy hiánypótlás első lépéseinek egyikeként is felfogható, amely fel kívánja hívni a terület létezésére és annak fontosságára a figyelmet. A zöld logisztika területe azonban nem csak magyarországi, hanem nemzetközi viszonylatban is igen sok kutatási témát és megoldandó problémát szolgáltat még.

Forrás és irodalomjegyzék:

1. Dielman, H. és de Hoo, S.: "Toward a tailor-made process of pollution prevention and cleaner production: results and implications of the PRISMA project", in Fisher, K. és Schott, J. *Environmental Strategies for Industry*,
Island Press, Washington DC, 1993, pp. 245-275.
2. Haw-Jan Wu és Steven C. Dunn: „Environmentally responsible logistics systems”
International Journal of Physical Distribution & Logistics
Vol. 25. No. 2, 1995, pp. 20-37.
3. Kroon L., Vrijens G.: Returnable containers. An example of reverse logistics”
International Journal of Physical Distribution & Logistics
Vol. 25. No. 2, 1995, pp. 56-69.
4. Mike Gábor: “Szállító-Vevő kapcsolat a logisztikában(A Lehel-Electrolux Hűtőgépgyár
Kompresszoros hűtőszekrény divíziójának beszállítói rendszere)
BKE, Vállalatgazdaságtan évfolyam versenydolgozat, 1995
5. Rao K. Grenoble W. és Young R.: „Traffic congestion and JIT”
Journal of Business Logistics, Vol. 12 No. 1, 1991
6. Stock J.R., Lambert D.M.: *Strategic Logistics Management, 2nd edition*
Irwin, Homewood, IL, 1987.
7. Reuse and Recycling (Reverse Logistics Opportunities)
Council of Logistics Management
Oak book, IL, 1993